

● 高等学校教学用书 ●

施工技术

王士川 李慧民 胡长明 编

G AODENG
XUEXIAO
JIAOXUE
YONGSHU

冶金工业出版社

TU174-43
27

高等学校教学用书

施 工 技 术

王士川 主编

北京
冶金工业出版社
2000

wp

图书在版编目(CIP)数据

施工技术/王士川主编. - 北京:冶金工业出版社,
2000.1

高等学校教学用书

ISBN 7-5024-2328-1

I. 建… II. 王… III. 建筑工程-工程施工-技术-高等
学校-教材 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 43307 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

北京梨园彩印厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2000 年 1 月第 1 版, 2000 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 25.25 印张; 595 千字; 391 页; 1-4000 册

29.50 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64013877

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

《施工技术》主要介绍建筑工程施工全过程中的主要工种、工程的施工工艺和具体方法,可能出现的问题及解决办法,以及相应的施工机具的技术性能和工作特点。本课程是全面、系统地掌握专业知识的组成部分,是建立在已学的各门基础课程和专业课程基础上的一门综合运用技术的专业课,具有涉及的专业知识面广、实践性强的特点。

本课程的教学目的在于使学生运用所学的理论知识去解决生产实践中的各种问题,培养学生独立分析问题和解决问题的能力,是土木工程专业学生必修的一门主要专业课。在教学过程中,应结合各章的内容组织必要的现场参观、电化教学及生产实习,以增强本课程的教学效果。

近年来我国建筑业发展迅速,建筑施工的新技术、新工艺不断涌现,而且取得了丰富的经验。本书按教学大纲的要求,同时考虑到建筑施工中的实际需要,增加了一些内容,共编入:土方工程,深基础工程及地基处理,钢筋混凝土工程,滑升模板工程,砌筑工程,预应力混凝土工程,结构安装工程,建筑防水工程,装饰工程,钢结构工程施工等十章。

本书可作为高等院校土木工程专业教材,也可供土建施工人员参考。

本书由西安建筑科技大学王士川主编。第一章由胡长明编写;第二、三、四、七、八、十章由王士川编写;第五、六、九章由李慧民编写。由于编者水平所限,时间仓促,书中缺点、错误之处难以避免,恳切希望读者予以批评指正,深为感谢。

编 者

1998年12月于西安

目 录

第一章 土方工程	1
第一节 土方量计算	2
一、基坑、基槽土方量计算	2
二、场地平整的土方量计算	4
第二节 土方工程事故的原因及其防治	8
一、边坡塌方	8
二、流砂	13
第三节 基坑降水	15
一、集水坑降水	15
二、井点降水	16
第四节 土方填筑与压实	27
一、影响填土压实的因素	27
二、填土压实的质量控制	28
三、填土的压实方法	30
第五节 土方工程机械化施工	31
一、推土机	32
二、铲运机	33
三、单斗挖土机	35
四、土方机械的选择	40
第六节 爆破工程简介	41
一、爆破原理	41
二、炸药的种类与药量计算	43
三、起爆技术	44
四、爆破方法	45
五、爆破安全措施	48
第二章 深基础工程及地基处理	50
第一节 预制钢筋混凝土桩施工	50
一、桩的预制、起吊、运输、堆放	51
二、沉桩（打桩）前的准备工作	52
三、锤击沉桩（打桩）施工	53
四、静力压桩施工	60
五、振动沉桩施工	63
第二节 混凝土及钢筋混凝土灌注桩施工	64
一、泥浆护壁成孔灌注桩	64
二、套管成孔灌注桩	69
三、人工挖孔灌注桩	72

四、干作业螺旋钻孔灌注桩	75
第三节 地基处理方法	77
一、高压喷射注浆法	77
二、振冲法	82
三、深层搅拌法	86
四、土桩和灰土桩	91
第四节 灌浆锚杆	94
一、施工准备	95
二、钻孔	96
三、插入锚杆	96
四、灌浆	96
五、锚杆抗拔承载力试验	97
第五节 地下连续墙施工	97
一、单元槽段划分	97
二、筑导墙	97
三、槽段开挖	98
四、护壁泥浆	101
五、钢筋笼加工和吊装	102
六、混凝土浇筑	103
七、接头施工	103
第三章 钢筋混凝土工程	105
第一节 模板工程	105
一、组合钢模板	106
二、模板结构设计	116
三、模板的拆除	119
四、大模板	119
五、台模	121
六、隧道模	123
第二节 钢筋工程	123
一、钢筋的冷拉	124
二、钢筋的冷拔	128
三、钢筋焊接	128
四、钢筋配料	135
五、钢筋的代换	138
六、钢筋的加工	139
七、钢筋的绑扎与安装	139
第三节 混凝土工程	142
一、混凝土的制备	142
二、混凝土的运输	148

三、混凝土的浇筑	156
四、混凝土的自然养护	163
五、混凝土的质量检查	163
第四节 混凝土的冬期施工	167
一、混凝土冬期施工原理	167
二、混凝土冬期施工方法的选择	168
三、混凝土冬期施工的特点	170
四、混凝土的蓄热养护法	174
五、蒸汽加热法	179
六、电热法	180
七、混凝土掺外加剂的冬期施工	182
八、冬期施工混凝土质量检查	183
第四章 滑升模板施工	184
第一节 滑升模板系统的装置与设备	185
一、模板系统	185
二、操作平台系统	187
三、提升系统	189
第二节 滑升模板施工工艺	193
一、滑升模板的组装	193
二、钢筋绑扎、浇筑混凝土和提升模板	195
三、垂直偏差的控制	199
四、变截面的处理	201
五、混凝土表面的修补和养护	204
六、滑升模板装置的拆除	204
第三节 水平结构的施工	205
一、楼板并进施工(逐层封闭法)	205
二、楼板跟随施工	207
三、楼板降模施工	208
第四节 液压滑升模板施工中易出现的问题及其处理方法	208
一、支承杆弯曲处理	208
二、楼层墙、梁位置不在同一投影面内	208
三、主、次梁的施工处理	209
四、结构斜面配筋的处理	209
五、模板局部解体分离的处理	209
第五章 砌筑工程	211
第一节 砌筑材料	211
一、砖	211
二、砂浆	211
第二节 砌筑用脚手架	212

一、外脚手架	212
二、里脚手架	217
三、悬挂式脚手架	219
第三节 砌筑工程垂直运输	220
一、井架	220
二、龙门架	220
三、独杆提升架	220
第四节 砖砌体施工	221
一、砖砌体的组砌形式	221
二、砖墙施工工艺	222
三、砖墙砌体的质量要求及保证措施	223
第五节 砌筑工程冬期施工	224
一、一般规定	224
二、掺盐砂浆法	225
三、冻结法	225
第六节 中小型砌块施工	226
一、砌块安装前的准备工作	226
二、砌块砌筑	227
三、砌体质量检查	228
第六章 预应力混凝土工程	230
第一节 先张法	230
一、台座	231
二、张拉设备	234
三、夹具	235
四、先张法施工工艺	235
五、折线张拉工艺	239
第二节 后张法	240
一、锚具	241
二、张拉设备的选择和校正	245
三、预应力筋制作	250
四、后张法施工工艺	252
五、后张自锚法	259
第三节 电张法	261
一、钢筋伸长值计算	262
二、钢筋电热时的温度计算	263
三、电热设备的计算和选择	264
四、电热张拉工艺	264
第四节 无粘结预应力施工	265
一、无粘结预应力束的制作	265

二、无粘结预应力施工工艺	267
第七章 结构安装工程	269
第一节 起重机械	269
一、履带式起重机	269
二、汽车式起重机	274
三、轮胎式起重机	274
四、塔式起重机	275
五、桅杆式起重机	279
第二节 单层工业厂房结构安装	281
一、构件吊装前的准备工作	281
二、构件吊装工艺	284
三、结构吊装方案	293
第三节 多层房屋结构吊装	301
一、起重机械的选择与布置	301
二、结构吊装方法与吊装顺序	302
三、构件的平面布置	303
四、结构构件的吊装	306
第八章 建筑防水工程	313
第一节 防水卷材	313
一、沥青系防水卷材	314
二、高聚物改性沥青油毡	315
三、合成高分子防水卷材	320
第二节 防水卷材施工	326
一、屋面工程防水卷材施工	326
二、地下工程防水卷材施工	335
第三节 防水涂料工程	337
一、水乳型再生橡胶沥青防水涂料工程施工要点	338
二、水乳型氯丁橡胶沥青防水涂料工程施工要点	339
第九章 装饰工程	342
第一节 抹灰工程	342
一、抹灰的组成和分类	342
二、抹灰基层表面的处理	343
三、一般抹灰施工工艺	343
四、装饰抹灰施工工艺	346
第二节 饰面安装工程	348
一、外墙面砖镶贴	348
二、釉面砖镶贴	349
三、玻璃马赛克镶贴	350
四、陶瓷锦砖镶贴	351

五、花岗石饰面板安装	352
六、大理石及预制水磨石饰面板安装	353
第三节 油漆、刷浆工程	354
一、涂料的组成	354
二、木料及金属表面油漆	355
三、抹灰和混凝土表面涂饰	357
第四节 裱糊工程	361
一、材料性能	361
二、裱糊工艺	361
三、质量要求	363
第十章 钢结构工程施工	364
第一节 钢结构的材料	364
一、建筑钢材的钢号	364
二、建筑结构钢材的品种、选用及验收	364
三、建筑结构钢材代用的注意事项	365
第二节 钢结构单层工业厂房吊装	366
一、钢结构吊装准备	366
二、钢结构吊装	369
第三节 高层钢结构安装	371
一、高层钢结构安装的基本要求	371
二、安装前的准备工作	372
三、钢柱、梁吊装与校正	374
四、钢结构构件的连接	376
五、安全施工措施	381
第四节 钢网架吊装	383
一、高空拼装法	383
二、整体安装法	384
三、高空滑移法	388
参考文献	391

第一章 土方工程

土方工程包括土的开挖、运输和填筑等施工过程，有时还要进行排水、降水和土壁支撑等准备工作。在建筑工程中，最常见的土方工程有：场地平整、基坑（槽）开挖、地坪填土、路基填筑及基坑回填土等。

土方工程的施工具有如下特点：

(1) 面大量大、劳动繁重、工期长。有些大型建设项目的场地平整，土方施工面积可达数平方公里，甚至数十平方公里；有些大型基坑的开挖深度达 20~30m；在场地平整和大型基坑开挖中，土方工程量可达几万甚至几百万立方米以上。

(2) 施工条件复杂。土方工程施工多为露天作业，土、石是一种天然物质，成分较为复杂，施工中直接受到气候、水文和地质、地上和地下环境的影响，且难以确定的因素较多。因此，有时施工条件极为复杂。

根据上述特点，在组织土方工程施工前，应详细分析和核对各项技术资料（如实测地形图、工程地质、水文地质勘察资料，原有地下管线和地下构筑物资料及土方工程施工图等），进行现场调查并根据现有施工条件，制定出技术上可行、经济上合理，既能保证工程质量，又能保证施工安全的方案。

表 1-1 土的工程分类

土的级别	土的分类	土 的 名 称	开挖方法
I	一类土 (松软土)	砂、粉土，冲积沙土层，疏松的种植土、泥炭（淤泥）	能用锹、锄头挖掘
II	二类土 (普通土)	亚粘土，潮湿的黄土，夹有碎石、卵石的砂；粉土混卵（碎）石；种植土、填土	用锹、锄头挖掘，少许用镐翻松
III	三类土 (坚土)	软及中等密实粘土，重粉质土，粗砾石，干黄土及含碎石、卵石的黄土、粉质土，压实的填筑土	主要用镐，少许用锹、锄头挖掘，部分用撬棍
IV	四类土 (砂砾坚土)	重粘土及含碎石、卵石的粘土，粗卵石，密实的黄土，天然级配砂石，软泥灰岩及蛋白石	整个先用镐、撬棍，然后用锹挖掘，部分用楔子及大锤
V~VI	五类土 (软石)	硬质粘土，中等密实的页岩、泥灰岩、白垩土，胶结不紧的砾岩，软的石灰岩	用镐或撬棍、大锤挖掘，部分使用爆破方法
VII~IX	六类土 (次坚石)	泥岩，砂岩，砾岩，坚实的页岩、泥灰岩，密实的石灰岩，风化花岗岩、片麻岩	用爆破方法，部分用风镐
X~XIII	七类土 (坚石)	大理石，辉绿岩，玢岩，粗、中粒花岗岩，坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩，风化痕迹的安山岩、玄武岩	用爆破方法
XIV~XVI	八类土 (特坚石)	安山岩，玄武岩，花岗片麻岩，坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩	用爆破方法

在土方工程施工中，一般按开挖难易程度（即土的坚实程度）将土进行分类，如表 1-1 所示，共分为八类十六个级别，据以确定施工手段和制定土方工程劳动定额。

土的工程性质对土方工程的施工有直接影响，这里仅介绍土的可松性。

自然状态下的土经开挖后土粒松散体积增大，如再将其全部用以回填，虽经压实但仍不能恢复至与原状土相同的体积。土的这种经扰动而体积改变的性质称为土的可松性。土的可松性程度用可松性系数表示，即

$$K_s = \frac{V_2}{V_1}, \quad K'_s = \frac{V_3}{V_1} \tag{1-1}$$

式中 K_s ——最初可松性系数；

K'_s ——最后可松性系数；

V_1 ——自然状态下土的体积；

V_2 ——土经开挖后的松散体积；

V_3 ——土经回填压实后的体积。

各种土的可松性系数列于表 1-2。

土的可松性对土方量的平衡调配、确定运土机具的数量和弃土坑的容积、以及计算填方所需的挖方体积等均有很大的影响。在计算时应注意上式中 V_1 、 V_2 、 V_3 的密实性不同，自然状态下土的体积 V_1 的密度最大，土经开挖后的松散体积 V_2 的密度最小，土经回填压实后的体积 V_3 的密度介于二者之间。

表 1-2 各种土的可松性参考值

土 的 类 别	体积增加百分数/%		可松性系数	
	最 初	最 后	K_s	K'_s
一类（种植土除外）	8~17	1~2.5	1.08~1.17	1.01~1.03
一类（植物性土、泥炭）	20~30	3~4	1.20~1.30	1.03~1.04
二类	14~28	2.5~5	1.14~1.28	1.02~1.05
三类	24~30	4~7	1.24~1.30	1.04~1.07
四类（泥灰岩、蛋白石除外）	26~32	6~9	1.26~1.32	1.06~1.09
四类（泥灰岩、蛋白石）	33~37	11~15	1.33~1.37	1.11~1.15
五类~七类	30~45	10~20	1.30~1.45	1.10~1.20
八类	45~50	20~30	1.45~1.50	1.20~1.30

第一节 土方量计算

土方工程施工之前，需要先算出土方工程量，以便确定工程造价，拟定施工方案，安排施工计划。各种土方工程的外形有时很复杂，一般情况下，都将其假设或划分成为一定的几何形状，并采用具有一定精度而又和实际情况近似的方法进行计算。

一、基坑、基槽土方量计算

1. 基坑

当自然地面比较平整时，可按立体几何中拟柱体（图 1-1）体积公式计算：

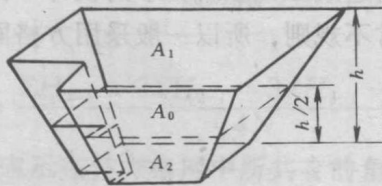


图 1-1 基坑土方量计算

$$V = \frac{h}{6} (A_1 + 4A_0 + A_2) \quad (1-2)$$

或
$$V = \frac{h}{3} (A_1 + \sqrt{A_1 A_2} + A_2) \quad (1-3)$$

式中 V —— 基坑土方体积；

A_1 、 A_2 —— 基坑上下两底面积；

A_0 —— 基坑中部横截面面积；

h —— 基坑深度。

如果自然地面不为水平面，尤其是当开挖大型基坑，各角的高差较大时，则取基坑的平均深度，按拟柱体的体积计算其近似值。

2. 基槽和路堤

纵向延伸较长的基槽或路堤（图 1-2）的土方量计算，常用断面法。当地面不平时，先沿长度方向分段，各段的长短是按长度方向的地形变化特点及要求计算精度而定，取

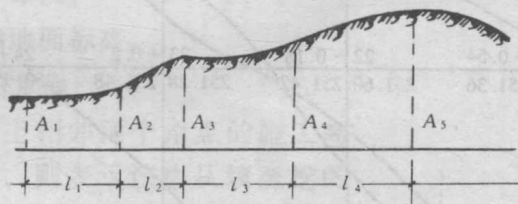


图 1-2 基槽或路堤纵断面

10m 或 20m 不等。然后根据地形图或现场实测标高，分别绘制各段的两端断面图，逐一计算出断面面积和各段土方量体积，即得总土方量：

$$\begin{aligned} V &= V_1 + V_2 + \cdots + V_{n-1} \\ &= \frac{A_1 + A_2}{2} l_1 + \frac{A_2 + A_3}{2} l_2 + \cdots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} l_{n-1} \end{aligned} \quad (1-4)$$

式中 V —— 基槽或路堤的土方总体积；

$V_1, V_2, \cdots, V_n$ —— 基槽或路堤各段的土方体积；

$A_1, A_2, \cdots, A_n$ —— 各段端部的横断面面积；

$l_1, l_2, \cdots, l_{n-1}$ —— 各段的长度。

二、场地平整的土方量计算

场地平整就是将天然地面改造成工程上所要求的设计平面。由于场地平整时全场地兼有挖和填，而挖和填的体形常常不规则，所以一般采用方格网方法分块计算解决，其计算步骤如下：

(一) 划分方格网

划分方格网的步骤是：

在地形图上将施工区域画出方格网，如图 1-3 所示；根据地形变化程度及要求的计算精度来确定方格网的边长，一般取 10~40m；在各方格的左上角逐一标出其角点的编号。

(二) 计算各角点的地面标高

角点的地面标高也称为角点的自然地面标高，可根据地形图上相邻两等高线的高程，用插入法求得。

(三) 计算各角点的设计标高

计算各角点的设计标高，应首先确定场地设计标高。场地设计标高一般由设计单位按竖向规划给定，或根据城市排水总管标高确定，或施工单位自行确定。单纯平整性的场地设计标高确定原则，一般是按场内挖填平衡计算，如图 1-3 所示。设场地方格网数为 N ，

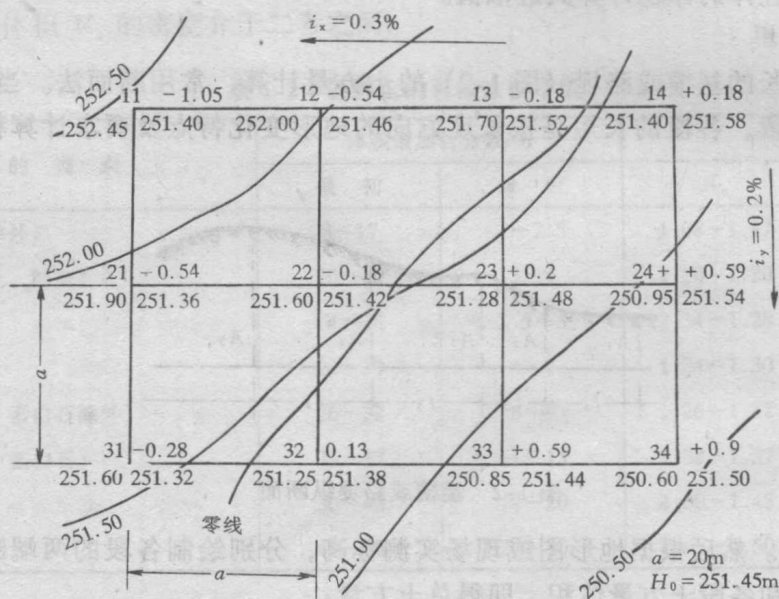


图 1-3 场地平整方格网法计算图

各角点的自然地面标高分别为 H_{11} , H_{12} , ..., 方格网边长为 a ，则场地平整前从自然地面标高计算至海平面的土方体积总和为：

$$\begin{aligned}
 V &= \left(\frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) a^2 + \left(\frac{H_{12} + H_{13} + H_{22} + H_{23}}{4} \right) a^2 + \dots \\
 &= \left(\frac{\sum H_{1-i} + 2\sum H_{2-i} + 3\sum H_{3-i} + 4\sum H_{4-i}}{4} \right) a^2 \quad (1-5)
 \end{aligned}$$

场地平整后,从场地设计标高 H_0 计算至海平面的土方总体积为:

$$V' = H_0 a^2 N \quad (1-6)$$

因为挖填平衡,所以 $V = V'$ 。即

$$H_0 = \frac{\sum H_{1-i} + 2\sum H_{2-i} + 3\sum H_{3-i} + 4\sum H_{4-i}}{4N} \quad (1-7)$$

式中 $H_{1-i}, \dots, H_{4-i}$ 分别表示在各方格网中所共有的角点地面标高。

其次,考虑泄水坡度对角点设计标高的影响,当按以上确定的设计标高 H_0 进行场地平整时,则整个场地表面均处于同一水平面。但实际上由于排水的要求,场地表面需有一定的泄水坡度,一般取 $0 \sim 0.005$ 。因此,还需根据场地泄水坡度的要求,计算出场地内各方格角点实际施工所用的设计标高。

以 H_0 作为场地中心点的标高,则场地任意点的设计标高为:

$$H'_n = H_0 \pm l_x i_x \pm l_y i_y \quad (1-8)$$

式中 l_x, l_y ——分别为计算角点至场地中心线 $y-y$ 和 $x-x$ 的距离;

i_x, i_y ——分别为 $x-x$ 、 $y-y$ 方向的泄水坡度。

式中 $\pm$ 号,视坡度方向高低位置而定。

如 i_x 或 i_y 为零,则场地为单向泄水坡度;如 i_x, i_y 均不为零,则场地为双向泄水坡度;如 i_x, i_y 均为零,则 $H'_n = H_0$ 。

(四) 计算各角点的施工高度

角点施工高度即角点需要挖或填方的高度,由角点的设计标高减去地面标高而得,即

$$h_n = H'_n - H_n \quad (1-9)$$

式中 h_n ——角点施工高度(即挖填高度),以“+”为填,“-”为挖;

H'_n ——角点的设计标高;

H_n ——角点的自然地面标高。

(五) 计算零点,绘出零线

在场地某方格的某边上相邻两个角点的施工高度出现“+”与“-”时,则表示该边从填至挖的全长中存在一个不挖不填的点,称之为零点或不挖不填点,如图 1-4 所示。零点的位置可按下式计算:

$$x = \frac{ah_A}{h_A + h_B} \quad (1-10)$$

式中 x ——零点到计算基点的距离;

a ——方格边长;

h_A, h_B ——分别为方格相邻两角点 A 与 B 的填、挖施工高度,以绝对值代入。

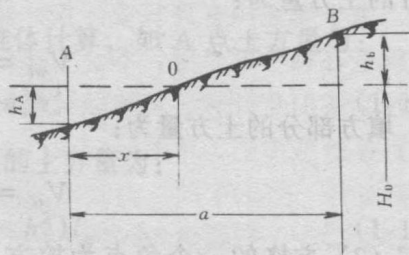


图 1-4 零点位置

将方格网中的各零点连接起来,即形成不挖不填的零线(图 1-3)。零线将整个场地分为挖方区域和填方区域。

(六) 计算各方格内的挖或填方体积

1. 场地土方量计算

由图 1-3 方格网各角点的施工高度可知, 各方格挖或填的土方量, 一般可按下述四种不同类型 (如图 1-5 所示) 进行计算:

(1) 方格四个角点全部为挖或全部为填, 如图 1-5 (a) 所示, 其土方量为:

$$V_i = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (1-11)$$

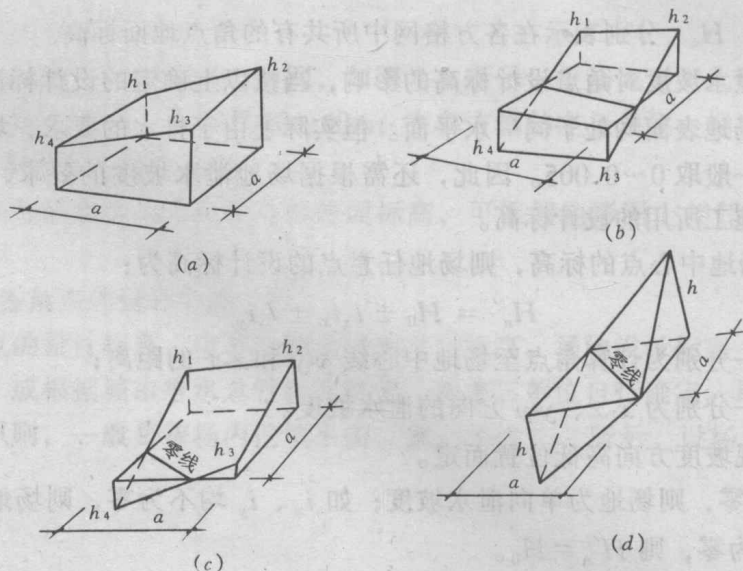


图 1-5 由方格网与零线分割成挖或填的土方四种几何形状

(a) 全挖 (全填); (b) 两挖两填; (c) 三挖一填 (或三填一挖); (d) 一挖一填

式中 V_i ——挖方或填方体积;

h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 ——各方格角点挖填高度 (用绝对值);

a ——方格边长。

(2) 方格的相邻两个角点为挖方, 另两个角点为填方, 如图 1-5 (b) 所示, 其挖方部分的土方量为:

$$V_{wi} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_1^2}{h_1 + h_4} + \frac{h_2^2}{h_2 + h_3} \right) \quad (1-12)$$

填方部分的土方量为:

$$V_{ti} = \frac{a^2}{4} \left(\frac{h_3^2}{h_2 + h_3} + \frac{h_4^2}{h_1 + h_4} \right) \quad (1-13)$$

(3) 方格的一个角点为挖方 (或填方), 另三个角点为填方 (或挖方), 如图 1-5 (c) 所示, 其填方部分的土方量为:

$$V_{ti} = \frac{a^2}{6} \times \frac{h_4^3}{(h_1 + h_4)(h_3 + h_4)} \quad (1-14)$$

挖方部分的土方量为:

$$V_{wi} = \frac{a^2}{6} (2h_1 + h_2 + 2h_3 - h_4) + V_{ti} \quad (1-15)$$

(4) 方格的一个角点为挖方, 相对的角点为填方, 另两个角点为零点时 (零线为方格的对角线), 如图 1-5 (d) 所示, 其挖 (填) 方土方量为:

$$V_i = \frac{a^2}{6} h \quad (1-16)$$

2. 场地边坡土方量计算

场地平整时，还要计算边坡土方量（图 1-6），其计算步骤如下：

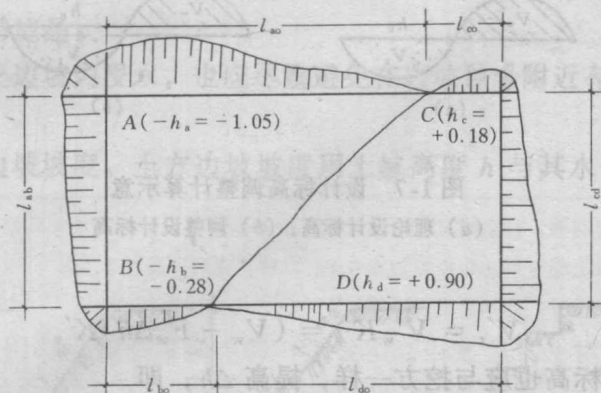


图 1-6 场地边坡土方量计算

(1) 标出场地四个角点 A、B、C、D 填挖高度和零线位置；

(2) 根据土质确定填、挖方边坡的系数 m_1 和 m_2 ；

(3) 计算四角点的放坡宽度，如图 1-6 中，A 点的放坡宽度为 $m_1 h_a$ ，D 点的放坡宽度为 $m_2 h_d$ ；

(4) 绘出边坡边线平面示意图，如图 1-6 所示；

(5) 计算边坡土方量体积。

A、B、C、D 四个角点的土方量，近似地按正方锥体计算，如 A 点土方量为：

$$V_A = \frac{1}{3} (m_1 h_a)^2 h_a = \frac{1}{3} m_1^2 h_a^3 \quad (1-17)$$

AB、CD 两边土方量按平均断面法计算，如 AB 边的土方量为：

$$V_{ab} = \frac{F_a + F_b}{2} l_{ab} = \frac{m_1}{4} (h_a^2 + h_b^2) l_{ab} \quad (1-18)$$

AC、BD 两边分段按三角锥体计算，如 AC 边 AO 段的土方量为：

$$V_{ao} = \frac{1}{3} \left(\frac{m_1 h_a^2}{2} l_{ao} \right) = \frac{1}{6} m_1 h_a^2 l_{ao} \quad (1-19)$$

(七) 统计挖、填土方量

将计算的场地方格中挖、填方体积分别相加，即得全场地的总挖方量和总填方量：

$$V_w = \sum V_{wi}, \quad V_t = \sum V_{ti} \quad (1-20)$$

(八) 调整设计标高

按移挖作填、挖填平衡的原则所确定的场地设计标高 h_0 ，实质上仅为—理论值，并